

# ANALISIS PENYIMPANGAN HASIL TRANSFORMASI KOORDINAT DARI SISTEM PROYEKSI POLIEDER KE SISTEM PROYEKSI UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR PADA ARC/INFO

Oleh : Istarno<sup>1</sup>

## ABSTRACT

*Geographic information system database should be based on the base maps that have adequate accuracy because they will be used as a reference for other spatial information. Maps and other geographical data are commonly referenced to locations on the earth surface using a standard coordinate system. If maps and/or other geographical data are to be integrated they should be represented on the same system. The most common method used to bring data that have different systems into the same system is coordinate transformation.*

*This research was done to find the deviation of the results of two different techniques of coordinate transformation from the Polyeder Projection Systems into the Universal Transverse Mercator Projection Systems. The first technique used a coordinate transformation package program available in the PC - Arc/Info software, while the second used manual calculations based on mathematical formulas. For this purpose, the research used a topographic map on the scale of 1 : 50,000. The results of these two techniques were compared. The research concluded that the longest deviation is 0.93600 meters and the sortest deviation is 0.01131 meters*

## 1. PENGANTAR

Arc/Info merupakan salah satu program aplikasi untuk sistem informasi geografis yang dapat digunakan untuk otomatisasi pemetaan, manipulasi data, analisis dan menyajikan basis data spasial secara digital. Mengingat cepatnya kebutuhan akan peta dasar yang sesuai dengan kondisi di lapangan, maka diperlukan basis data peta rupa bumi secara digital. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan program aplikasi Arc/Info. Pada program aplikasi ini terdapat fasilitas *Transform* yang berguna untuk transformasi dari suatu sistem koordinat ke sistem koordinat yang lainnya.

Aplikasi yang lain berupa *Project* yang berguna untuk transformasi sistem proyeksi peta ke sistem proyeksi peta yang lain. Pada proses ini akan didapat koordinat baru pada sistem proyeksi yang dikehendaki (ESRI, 1992). Fasilitas ini merupakan hal yang sangat

<sup>1</sup> Staf dosen Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

bermanfaat dalam rangka pembentukan sistem informasi geografis yang terpadu dalam arti secara spasial, bahwa semua obyek dipermukaan tanah sudah diorientasikan dalam sistem georeferensi yang sama.

Untuk itu diperlukan penelitian penentuan penyimpangan hasil hitungan proyeksi dan transformasi planimetris dalam sistem proyeksi Polider ke dalam sistem proyeksi Universal Transverse Mercator (UTM) dalam ellipsoidal BESSEL. Hitungan cara baku dilaksanakan secara manual dengan menggunakan tabulasi pada data yang sama akan dipakai sebagai pembandingan hasil hitungan. Sehingga penyimpangan hasil hitungan dapat diketahui dari perbedaan hasil program aplikasi Arc/Info dan perhitungan manual.

Pada prinsipnya sistem informasi geografis merupakan sekumpulan data mengenai fenomena dan lokasi spasial yang bergeoreferensi yang dikelola dengan komputer sehingga dapat digunakan untuk analisis dan disajikan menjadi informasi yang dapat ditampilkan dalam bentuk peta (Burrough, 1986). Untuk itu perlu dibuat basis data dalam format yang dapat dikelola oleh komputer yang berasal dari lembar-lembar peta yang telah ada dengan spesifikasi yang sama dan memuat informasi yang diperlukan.

Pemetaan dengan sistem proyeksi polieder berreferensi elipsoidal Bessel 1841 telah lama digunakan di Indonesia. Sehubungan dengan itu peta topografi atau peta teknis yang ada sekarang yang dibuat sebelum tahun 1974, umumnya menggunakan sistem proyeksi polieder dengan referensi elipsoidal Bessel 1841 (Prihandito, 1984). Dalam pekerjaan survei dan pemetaan, penerapan sistem koordinat yang beragam akan menimbulkan masalah bila mencakup lingkup yang luas. Hal ini terjadi bila tidak diketahui hubungan antar sistem tersebut. Oleh karena itu, agar diperoleh data yang terpadu, terkoordinasi dalam lingkup nasional, diperlukan sistem koordinat nasional yang memadai dan terpadu.

Dalam rangka penyeragaman sistem pemetaan di Indonesia, Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) telah mengeluarkan Surat Keputusan No. 019.22/I/1975 yang berisi tentang penggunaan sistem proyeksi Universal Transverse Mercator dengan referensi elipsoidal GRS 67 sebagai referensi nasional untuk peta-peta lama yang menggunakan sistem polieder dengan referensi elipsoidal Bessel 1841 perlu ditransformasikan ke dalam koordinat sistem proyeksi UTM dengan referensi elipsoidal GRS 67. Berdasarkan Surat Keputusan Bakosurtanal itu, maka tentu diperlukan suatu data yang terpadu dan terorganisasi dalam lingkup nasional. Juga mengingat akan kebutuhan peta yang sangat mendesak, maka Arc/Info dapat dipilih sebagai salah satu alternatif untuk memecahkan masalah tersebut.

### 1.1 Transformasi Koordinat

Menurut Umaryono (1984), Posisi suatu titik pada sistem proyeksi polieder dapat dinyatakan dengan sistem koordinat (X,Y) atau dengan posisi geodetis (Lo,Bo). Bila suatu titik yang dinyatakan dalam sistem koordinat proyeksi dan akan ditransformasikan ke koordinat sistem geodetis, untuk daerah sebelah selatan ekuator adalah:

$$\Delta L = -(B') Y - (D') X^2 \quad (1)$$

$$\Delta B = (A') X - (C') XY \quad (2)$$

$$L = L_0 + \Delta L \quad (3)$$

$$B = B_0 + 106^\circ 48' 27,79'' \quad (4)$$

Dalam hal ini :

$$(A') = \rho'' / (N_0 \cos L_0) \quad (5)$$

$$(B') = \rho'' / M_0 \quad (6)$$

$$(C') = \rho'' \tan L_0 / (N_0^2 \cos L_0) \quad (7)$$

$$(D') = \rho'' \tan L_0 / 2 N_0 M_0 \quad (8)$$

$$N_0 = a / (1 - e^2 \sin^2 L_0)^{1/2} \quad (9)$$

$$M_0 = a (1 - e^2) / (1 - e^2 \sin^2 L_0)^{3/2} \quad (10)$$

$$e^2 = (1 - b^2 / a^2) \quad (11)$$

$$b = a (1 - f) \quad (12)$$

Sedangkan dari Nugroho (1984), Jika suatu titik diketahui koordinat geodetis dan akan dinyatakan dalam koordinat sistem proyeksi UTM, maka rumus transformasi koordinat yang digunakan adalah :

Apabila titik berada di sebelah selatan ekuator, maka

$$Y = -[(I) + (II) p^2 + (III) p^4 + (A_6) p^6] \quad (13)$$

Jika titik di sebelah timur meridian tengah, maka

$$X = (IV) p + (V) p^3 + (B_5) p^5 \quad (14)$$

Untuk titik di sebelah barat meridian tengah, maka

$$X = -[(IV) p + (V) p^3 + (B_5) p^5] \quad (15)$$

Dalam hal ini :

$$\begin{aligned} G = & a [(1 - e^2/8 - 3e^4/64 - 5e^6/256) L / \rho'' \\ & - (3e^2/8 + 3e^4/32 + 45e^6/1024) \sin 2L \\ & + (15e^4/256 + 45e^6/1024) \sin 4L \\ & - (35e^6/3072) \sin 6L] \end{aligned} \quad (16)$$

$$(I) = k_0 G \quad (17)$$

$$(II) = k_0 N \sin L \cos L / 2 \quad (18)$$

$$\begin{aligned} (III) = & k_0 N \sin L \cos^3 L (5 - \tan^2 L + \\ & 9e^2 \cos^2 L + 4e^4 \cos L) / 24 \end{aligned} \quad (19)$$

$$(IV) = k_0 N \cos L \quad (20)$$

$$(V) = k_0 N \cos^3 L (1 - \tan^2 L + e^2 \cos^2 L) / 6 \quad (21)$$

$$(A_6) = k_0 N \sin L \cos^5 L (61 - 58 \tan^2 L + \tan^4 L + 270 e'^2 \cos^2 L - 330 e'^2 \sin^2 L) / 720 \quad (22)$$

$$(B_5) = k_0 N \cos^5 L (5 - 18 \tan^2 L + \tan^4 L + 14 e'^2 \cos^2 L + 58 e'^2 \sin^2 L) / 120 \quad (23)$$

$$p = dB / \rho'' \quad (24)$$

$$dB = B - B_0 \quad (25)$$

## 2. CARA PENELITIAN

### 2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini berupa peta topografi skala 1 : 50.000 pada sistem proyeksi polieder, elipsoida Bessel.

### 2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk proses perhitungan yaitu satu set komputer PC 486 DX4-100 yang dilengkapi program aplikasi PC-Arc/Info 3.4 D. Untuk mengkonversi format peta menjadi digital digunakan alat digitizer Calcomp ukuran A-0.

### 2.3 Jalan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan cara digitasi 40 buah titik grid pada peta topografi pada program aplikasi Arc/Info. Hitungan transformasi koordinat dari hasil digitasi ke koordinat peta sistem proyeksi polieder dilaksanakan dengan fasilitas *transform*. Proses hitungan transformasi koordinat planimetris peta sistem proyeksi polieder ke koordinat geodetis dilaksanakan dengan fasilitas *project*.

[ARC] PROJECT COVER BESCOV GEOCOV

: INPUT

: PROJECTION POLYCONIC

: UNITS METERS

: SPHEROID BESSEL

: PARAMETERS

Longitude of central meridian : 7 10 00

Latitude of projection's origin : 3 10 00

False easting (meters) : 0

False northing (meters) : 0

: OUTPUT

: PROJECTION GEOGRAPHIC

: UNITS DD

: SPHEROID BESSEL

: PARAMETERS

: END

Selanjutnya dilakukan proses transformasi dari kordinat geodetis ke koordinat peta pada sistem proyeksi UTM. Untuk sebagai pembanding hasil hitungan dilakukan perhitungan cara manual dengan menggunakan rumus (1) sampai dengan rumus (25).

### 2.4 Analisis hasil

Uji penyimpangan koordinat dilakukan pada koordinat hasil hitungan proyeksi dan transformasi pada program aplikasi Arc/Info dengan perhitungan cara manual dengan model matematis standar. Adapun besarnya penyimpangan dihitung dengan cara :

$$\Delta p = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \quad (26)$$

Dalam hal ini :

$\Delta p$  = penyimpangan posisi titik

$X_1, Y_1$  = koordinat hasil hitungan cara standar

$X_2, Y_2$  = koordinat hasil hitungan dengan Arc/Info

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapat dari penelitian ini disajikan dalam Daftar hasil perhitungan koordinat yang berupa hasil perhitungan koordinat dengan menggunakan program aplikasi Arc/Info dan hasil analisis penyimpangan dari persamaan (26).

Daftar Hasil Perhitungan Koordinat

Titik	Hasil Koordinat program aplikasi Arc/Info		Hasil Koordinat perhitungan Manual		Penyimpangan (meter)
	X (meter)	Y (meter)	X (meter)	Y (meter)	
1	256.723,8985	8.717.982,6097	256.723,1010	8.717.982,7830	0,81611
2	258.709,0560	8.718.020,5219	258.709,1540	8.718.020,2840	0,47056
3	260.540,4980	8.736.497,0709	260.540,2010	8.736.497,7840	0,77247
4	262.656,8944	8.718.095,1778	262.656,2500	8.718.095,2840	0,65309
5	264.641,3922	8.718.132,0896	264.641,3040	8.718.132,7870	0,70295
6	266.616,7740	8.718.169,7277	266.616,3540	8.718.169,2880	0,60805
7	268.589,1072	8.718.207,2169	268.589,4040	8.718.207,7880	0,64361
8	270.578,0780	8.716.399,7937	270.578,4540	8.716.399,2890	0,62936
9	272.548,8744	8.718.281,0065	272.548,5110	8.718.281,7940	0,86730

Titik	Hasil Koordinat program aplikasi Arc/Info		Hasil Koordinat perhitungan Manual		Penyimpangan (meter)
	X (meter)	Y (meter)	X (meter)	Y (meter)	
10	274.524,1779	8.718.318,7538	274.524,5620	8.718.318,2940	0,59912
11	256.611,7159	8.723.964,4282	256.611,6120	8.723.964,6600	0,25402
12	258.596,0541	8.724.001,0376	258.596,6660	8.724.001,1600	0,62402
13	260.571,8748	8.724.038,9918	260.571,7150	8.724.038,6560	0,37188
14	262.544,6503	8.724.076,1824	262.544,7640	8.724.076,1520	0,11769
15	264.520,4419	8.724.112,6560	264.520,8140	8.724.112,6500	0,37214
16	266.505,2969	8.724.150,3010	266.505,8700	8.724.150,1490	0,59291
17	268.481,0436	8.724.187,4445	268.481,9210	8.724.187,6460	0,90024
18	270.453,7413	8.724.224,4400	270.453,9720	8.724.224,1440	0,37528
19	272.429,4511	8.724.261,3322	272.429,0240	8.724.261,6420	0,52762
20	274.414,2339	8.724.298,1644	274.414,0820	8.724.298,1440	0,52762
21	256.510,6389	8.729.946,0097	256.510,1190	8.729.946,5320	0,73694
22	258.485,6536	8.729.983,0942	258.485,1690	8.729.983,0260	0,48937
23	260.459,4363	8.730.020,0444	260.459,2180	8.730.020,5190	0,52239
24	262.435,6268	8.730.056,5807	262.435,2680	8.730.056,0130	0,76158
25	264.408,7599	8.730.093,8911	264.408,3190	8.730.093,5060	0,58540
26	266.394,9919	8.730.130,8596	266.394,3760	8.730.130,0020	0,93600
27	268.370,1296	8.730.167,6347	268.370,4280	8.730.167,4970	0,32863
28	270.346,2396	8.730.204,2846	270.346,4800	8.730.204,9910	0,74618
29	272.317,5168	8.730.486,6349	272.317,5330	8.730.486,4860	0,14977
30	274.295,3689	8.730.277,8019	274.295,5860	8.730.277,9810	0,28144
31	256.398,8397	8.735.927,7992	256.398,6100	8.735.927,3930	0,46664
32	258.374,2370	8.735.964,2050	258.374,6600	8.735.964,8830	0,79913
33	260.347,1845	8.736.001,0827	260.347,7100	8.736.001,3730	0,60035
34	262.323,7507	8.736.037,8635	262.323,7620	8.736.037,8630	0,01131
35	264.300,2976	8.736.074,5197	264.300,8140	8.736.074,3540	0,54233
36	266.285,9228	8.736.110,8114	266.285,8720	8.736.110,8480	0,06261
37	268.259,3954	8.736.147,8102	268.259,9250	8.736.147,3380	0,70954
38	270.235,8832	8.736.184,3995	270.235,9780	8.736.184,8280	0,43983
39	272.212,3546	8.736.220,5569	272.212,0310	8.736.220,3210	0,40045
40	274.185,7740	8.736.256,8754	274.185,0850	8.736.256,8120	0,69191

### 3.1 Pembahasan

Hitungan pada proyeksi Polieder dilakukan pada beberapa tahapan dan setiap tahap perlu kecermatan untuk memperoleh hasil yang teliti. Posisi titik yang akan ditransformasi terletak pada Lembar peta tertentu dan terbagi menjadi titik nol bagian derajat sebelah utara dan sebelah selatan ekuator. Penggunaan rumus-rumus matematik atau tabulasi yang sudah ada serta elipsoida referensi yang dipergunakan tentu mempunyai pengaruh dari hasil hitungan pada penggunaan persamaan (1) sampai dengan (12).

Proyeksi polieder merupakan proyeksi kerucut normal konform yang bidang kerucutnya menyinggung bola bumi (*tangent*) pada salah satu paralel yang dinamakan paralel tengah dan diproyeksikan *equidistant* yaitu merupakan paralel standard dengan faktor skala  $k = 1$ . Bumi dibagi dalam jalur-jalur yang dibatasi oleh dua garis paralel dengan beda lintang  $20'$  dan jalur selebar  $20'$  diproyeksikan pada kerucut tersendiri. Sehingga model matematis sistem proyeksi ini cocok untuk daerah yang sempit tetapi dengan akurasi yang tinggi. Jalur selebar  $20'$  dibagi menjadi bagian-bagian derajat yang berukuran  $20' \times 20'$ , yang dinamakan Satu Lembar Bagian Derajat (1 LBD). Meridian tergambar sebagai garis-garis lurus yang konvergen ke arah kutub. Paralel tergambar sebagai lingkaran-lingkaran yang konsentris.

Sedangkan pada hitungan proyeksi UTM (Universal Transverse Mercator) sistem proyeksinya merupakan proyeksi silinder transversal konform. Bidang silinder memotong bola bumi (*secant*) di dua buah meridian, yang dinamakan meridian standard dengan faktor skala ( $k = 1$ ). Lebar zone (wilayah) =  $6^\circ$ , sehingga untuk seluruh bumi terbagi dalam 60 zone. Tiap zone memiliki meridian tengah sendiri dengan angka perbedaan faktor skalanya ( $k = 0,9996$ ). Tiap zone mempunyai sistim koordinat sendiri, Sumbu X adalah garis ekuator dan sumbu Y berupa meridian Tengah dan titik nol yang merupakan perpotongan Meridian Tengah dengan Ekuator dinamakan titik nol semu yang Absis semunya sebesar 500.000 meter pada Meridian Tengah serta Ordinat semunya = 0 meter di Ekuator, untuk titik-titik di belahan bumi Utara. Harga 10.000.000 meter di ekuator, untuk titik-titik di belahan bumi Selatan sehingga pada proyeksi UTM tidak ada koordinat yang berharga negatif.

Pada transformasi koordinat Geodetis ( $L, B$ ) ke Peta UTM ( $X, Y$ ), hal yang perlu diperhatikan bahwa koordinat geodetis dari titik yang akan ditransformasikan, mula-mula perhatikan harga bujur ( $B$ ) dari Meridian Greenwich atau Jakarta. Untuk proyeksi UTM, bujur dihitung dari Meridian Greenwich, sehingga untuk Meridian Jakarta harus ditambah dengan  $106^\circ 48' 27''$ , 79. Dari harga Lintang ( $L$ ), ditentukan zone dari titik tersebut serta Meridian Tengahnya ( $B_0$ ). Koordinat titik tersebut terletak di sebelah Utara atau Selatan Ekuator dan di sebelah Barat atau Timur Meridian Tengah. Ellipsoid referensi yang dipakai juga mempengaruhi hasil yang diperoleh. Ketelitian yang diminta, untuk menentukan banyaknya desimal dari  $p (0,0001 \times \Delta B)$ .

Rumus yang digunakan seperti pada persamaan (13) sampai (25) dan harga koefisien [I], [II], [III], [IV], [V], [A6] & [B5] dihitung dengan menggunakan argumen lintang titik yang akan ditransformasikan.

Dari daftar hasil perhitungan koordinat dapat dilihat bahwa perbedaan hasil hitungan dengan cara Arc/Info dan cara manual dihitung dengan rumus matematis. Perbedaan terbesar = 0,93600 m terdapat pada titik 26 dan perbedaan terkecil = 0,01131 m terdapat pada titik 34. Besar penyimpangan untuk setiap titik hampir seragam. Hipotesis yang menjelaskan hasil hitungan dengan cara manual hasilnya lebih teliti adalah karena inputnya langsung berupa nilai koordinat peta dalam proyeksi Polieder tanpa proses digitasi.

Dari hasil tersebut dapat dianalisis bahwa fasilitas *Project* pada Arc/Info sudah dirancang sedemikian rupa sehingga memenuhi kebutuhan pengguna, dengan hasil

hitungan yang baik. Hal-hal yang menyebabkan hasil hitungan transformasi yang kurang baik adalah karena kesalahan pada waktu pendigitasian., kurang tepatnya operator yang melakukan digitasi menempatkan kursornya pada titik yang didigit atau juga disebabkan terjadinya distorsi pada lembar peta, karena penyusutan atau pemuaian.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai penyimpangan koordinat dari hitungan transformasi dengan Arc/Info dan hasil hitungan dengan manual sekitar 0,01131 meter sampai dengan 0,93600 meter. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan paket program Arc/Info pada fasilitas *Project* dan *Transform* adalah baik. Kesalahan penyimpangan harga yang relatif besar tersebut juga disebabkan karena pengaruh ketidak tepatan proses digitasi titik.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Geodesi FT.UGM dan Divisi Renbang Perum Perhutani serta Ir. Nurrochmad Wijayanti dan rekan-rekan Lab. Pengolahan Data Pertanahan atas kerjasamanya yang baik selama ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Burrough, P.A., 1986, Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment, Oxford University Press.
- ESRI, 1991, PC Understanding GIS the Arc/Info Method, Alih Bahasa Team Re PPMIT Bakosurtanal, California, USA.
- ESRI, 1992, Arc/Info Stater Kit; User's Guide, California USA.
- Gabor, S. S, 1964, Map Projections, The Ohio State University Departement of Geodertic Science, Colombus, Ohio.
- Nugroho, W., 1984, Seri Proyeksi UTM, Fakultas Teknik & Perencanaan - ITB. Bandung.
- Prihandito, A., 1984, Proyeksi Peta, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Umaryono, P., 1984, Reduksi Geometrik Pada Besaran Ukuran Serta Hitungan Koordinat Kerangka Horisontal , Jurusan Teknik Geodesi FTSP - ITB, Bandung.
- , 1979, Tabel Universal Transverse Mercator (UTM) Grid Lintang 0 - 15, Transformasi Koordinat Geografi Ke Koor. UTM - Grid, UTM - Grid Ke Koor. Geografi Sferoid Nasional Indonesia, Badan Koordinasi Survey Dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), Cibinong.